

**No title available.**

Patent Number: DE19538545
Publication date: 1997-04-24
Inventor(s): BATISTIC IVICA (DE)
Applicant(s):: TEVES GMBH ALFRED (DE)
Requested Patent: ☐ DE19538545
Application Number: DE19951038545 19951017
Priority Number(s): DE19951038545 19951017
IPC Classification: B60T8/32 ; B60T8/60 ; B60T13/66
EC Classification: B60T8/00B6, B60T8/00B10B4, B60T8/00B12
Equivalents: ☐ EP0853568 (WO9714589), JP11514313T, ☐ WO9714589

Abstract

The invention concerns a method of improving the control behaviour of a controlled braking system (ABS, ABR) in which the rotation of the individual vehicle wheels is measured and evaluated in order to determine the controlled variables, and in which slip threshold values are predetermined for initiating the control process. According to the invention, in order to suppress the effects of irregularities in the road surface, the slip threshold of a wheel is increased for a predetermined time interval (T) as a function of the acceleration (νR) after preceding instability. This increase in the threshold can occur in two stages (1st stage, 2nd stage) as a function of the acceleration limits ($ag1$, $ag2$) exceeded.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

THIS PAGE BLANK (USPTO)



⑮ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 195 38 545 A 1**

⑤① Int. Cl.⁸:
B 60 T 8/32
B 60 T 8/60
B 60 T 13/66

②① Aktenzeichen: 195 38 545.4
②② Anmeldetag: 17. 10. 95
②③ Offenlegungstag: 24. 4. 97

DE 195 38 545 A 1

⑦① Anmelder:
ITT Automotive Europe GmbH, 60488 Frankfurt, DE

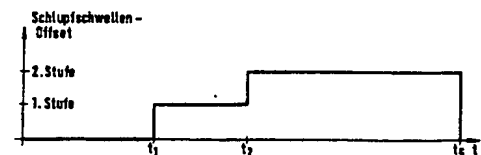
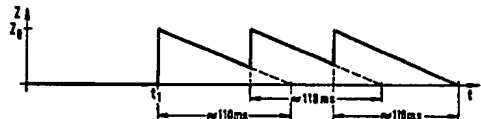
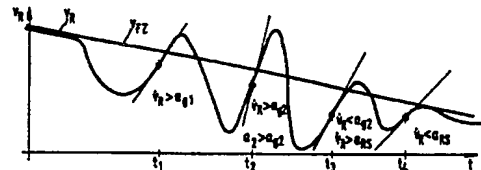
⑦② Erfinder:
Batistic, Ivica, 60385 Frankfurt, DE

⑤⑤ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 43 40 442 A1
DE 41 33 238 A1
DE 40 32 508 A1
DE 33 45 729 A1

⑤④ Verfahren zur Verbesserung des Regelverhaltens einer Bremsanlage

⑤⑦ Ein Verfahren zur Verbesserung des Regelverhaltens einer geregelten Bremsanlage (ABS, ASR), bei dem das Drehverhalten der einzelnen Fahrzeugräder gemessen und zur Ermittlung der Regelgrößen ausgewertet wird und bei dem Schlupfswellenwerte für das Einsetzen der Regelung vorgegeben werden, besteht darin, daß zum Unterdrücken der Auswirkungen von Straßenunebenheiten die Schlupfswelle eines Rades in Abhängigkeit von der Beschleunigung (a_x) nach einer vorangegangenen Instabilität für eine vorgegebene Zeitspanne (T) angehoben wird. Diese Anhebung kann in zwei Stufen (1. Stufe, 2. Stufe) in Abhängigkeit von den überschrittenen Beschleunigungsgrenzwerten (a_{g1} , a_{g2}) erfolgen.



DE 195 38 545 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 02. 97 702 017/39

8/24

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Verbesserung des Regelverhaltens einer blockiergeschützten und/oder antriebsschlupfgeregelten Bremsanlage, bei dem das Drehverhalten der einzelnen Räder gemessen und zur Ermittlung einer Fahrzeug-Referenzgeschwindigkeit, des Radschlupfes, der Verzögerung und Beschleunigung der einzelnen Räder und ggf. anderer Regelgrößen ausgewertet wird und bei dem Schwellenwerte des Radschlupfes für das Einsetzen der Regelung vorgegeben werden.

Bremsanlagen mit elektronischer Blockierschutzregelung (ABS) gehören heute zu den Standardausrüstungen zahlreicher Kraftfahrzeuge. Eine Erweiterung des ABS zu einer Antriebsschlupfregelung ist ebenfalls keine Seltenheit. Bei solchen Systemen wird mit Hilfe von Radsensoren das Drehverhalten der einzelnen Räder gemessen und mit elektronischen Schaltungen zur Erzeugung der Regelgrößen und Bremsdrucksteuersignale ausgewertet. Zu diesen Regelgrößen, die sich aus dem Raddrehverhalten ergeben, zählen vor allem der Radschlupf, die Radgeschwindigkeit, Radverzögerung und Radbeschleunigung und eine sogenannte Fahrzeug-Referenzgeschwindigkeit, die durch logische Verknüpfung der einzelnen Radgeschwindigkeiten bestimmt wird.

Das Erkennen der tatsächlichen Regelungssituation aus den Informationen, die die einzelnen Radsensoren liefern, und das folgerichtige Steuern des Bremsdruckes zur Blockierschutzregelung oder Antriebsschlupfregelung ist immer dann schwierig, wenn die Interpretation des Drehverhaltens der Räder keine eindeutige Aussage über die momentane Straßensituation und das Fahrzeugverhalten zuläßt. Auch ist bekannt, daß Straßenstörungen oder Straßenunebenheiten jeglicher Art zu Fehlinformationen des Reglers bzw. der Auswerteschaltung führen und unerwünschte Regelungsvorgänge oder die Regelung nachteilig beeinflussende Regelungsänderungen hervorrufen können. Durch die Straßenstörungen treten nämlich an den einzelnen Fahrzeugrädern Verzögerungs- und Beschleunigungsvorgänge oder Schlupfsignale auf, die der Regler als Instabilitäten des Radlaufes interpretiert.

Solche Straßenstörungen oder Straßenunebenheiten stören die ABS-Funktion; das ABS kann sogar bei nicht betätigter Bremse ansprechen, wenn die ABS-Erkennungsschwellen, die Schlupf- oder Verzögerungsschwellen sind, überschritten werden. Kommt es danach in der laufenden ABS-Regelung zur Bremsenbetätigung, können relativ starke Giermomente entstehen, die die Fahrstabilität des Fahrzeugs beeinträchtigen. Außerdem wird dadurch die bei optimalem Bremsvorgang in der gegebenen Situation erzielbare Fahrzeugverzögerung nicht erreicht. Bei einer ASR-Regelung treten ähnliche Schwierigkeiten bzw. Abweichungen vom optimalen Verhalten auf.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, die Auswirkungen von Straßenunebenheiten verschiedener Art auf die Regelfunktion eines ABS oder ASR-Systems zu unterdrücken und dadurch das Regelverhalten des ABS- oder des ASR-Systems zu verbessern. Dies sollte ohne Nachteile für die Regelungsempfindlichkeit und Regelqualität in anderen Situationen erzielt werden.

Es hat sich herausgestellt, daß diese Aufgabe durch das in beigefügtem Anspruch 1 beschriebene Verfahren gelöst wird. Die Besonderheit dieses Verfahrens besteht darin, daß die Schlupfschwelle eines Rades in Abhängigkeit von der Beschleunigung des betreffenden Rades

nach einer vorangegangenen Instabilität für eine vorgegebene Zeitspanne angehoben wird. Zweckmäßigerweise wird die Schlupfschwelle proportional zu der Beschleunigung des Rades erhöht. Diese Anhebung der Schlupfschwelle erfolgt beim Überschreiten eines vorgegebenen Grenzwertes der Radbeschleunigung.

Das erfindungsgemäße Verfahren beruht auf der Überlegung, daß die Radbeschleunigungswerte nach einer vorangegangenen Instabilität nicht nur auf die Rücknahme des Bremsmomentes zurückzuführen sind, sondern daß sie auch von Radlaständerungen abhängig sind, welche die Druckmodulation beeinflussen. Unter extremen Bedingungen können die Räder sogar den Fahrbahnkontakt verlieren.

Unter diesen Bedingungen wäre das Verzögern, würde man darauf auf herkömmliche Weise (nämlich mit entsprechendem Druckabbau) reagieren, von der Anordnung der Störgrößen bzw. von den Unebenheiten der Fahrbahn und anderen Zufälligkeiten abhängig. Daher wird erfindungsgemäß durch die Schwellenanhebung die Empfindlichkeit der Regelung zeitweise herabgesetzt. Die durch die Straßenunebenheiten hervorgerufenen Störungen werden dadurch aktiv durch mehr Bremsmoment unterdrückt. Für das Erreichen eines kurzen Bremswegs ist dies ebenfalls von Vorteil.

Nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung werden mehrere Beschleunigungsgrenzwerte unterschiedlicher Höhe vorgegeben und die Schlupfschwellen in Abhängigkeit von dem Überschreiten dieser Beschleunigungsgrenzwerte in Stufen erhöht. Als besonders zweckmäßig hat es sich erwiesen, zwei Beschleunigungsgrenzwerte vorzugeben und die Schlupfschwellen beim Überschreiten eines ersten, niedrigeren Beschleunigungsgrenzwertes um einen vorgegebenen, relativ niedrigen Wert und beim Überschreiten eines zweiten, höheren Beschleunigungsgrenzwertes um einen vorgegebenen, vergleichsweise hohen Wert anzuheben.

Die vorgegebenen Zeitspannen für die Erhöhung der Schlupfschwellen liegen in der Größenordnung zwischen 50 und 200 ms.

Weiterhin ist es nach dem erfindungsgemäßen Verfahren vorgesehen, die Schlupfschwellen nach dem Anheben bzw. Hochsetzen infolge des Überschreitens der vorgegebenen Beschleunigungsgrenzwerte wieder rückzusetzen, wenn nach Ablauf der vorgegebenen Zeitspanne die Beschleunigung des Rades eine vorgegebene Rücksetzschwelle unterschreitet bzw. diese Beschleunigungsschwelle nicht mehr erreicht. Die Höhe der Rücksetzschwelle ist dabei von der Stufe bzw. von dem Wert abhängig, auf den die Schlupfschwelle angehoben wurde. Wenn die Schlupfschwelle — infolge relativ hoher Störungen bzw. Straßenunebenheiten — auf einen verhältnismäßig hohen Wert angehoben wurde, gilt eine relativ hohe Rücksetzschwelle, während ein niedriger Wert für die Rücksetzschwelle maßgebend ist, wenn die Straßenunebenheiten nur zu einem relativ geringen Anheben der Schlupfschwelle Anlaß gegeben hatten.

Weitere Merkmale, Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten der Erfindung gehen aus der folgenden Darstellung weiterer Details anhand der beigefügten Abbildungen hervor.

Es zeigen

Fig. 1 in schematisch vereinfachter Blockdarstellung eine Schaltungsanordnung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens für ein ABS und

Fig. 2 im Diagramm die Geschwindigkeit eines Rades

(Fig. 2A), den Zeitverlauf der Anhebung (Fig. 2B) und die stufenweise Anhebung der Schlupfschwelle (Fig. 2C) bei Anwendung des Verfahrens nach der Erfindung.

Die Blockschaltung nach Fig. 1 gibt die wesentlichen Komponenten der elektronischen Schaltungsanordnung eines elektronisch geregelten ABS wieder. Die Eingangssignale des Regelungssystems werden mit Hilfe von Radsensoren S1 bis S4 gewonnen, aus denen in einer Aufbereitungsschaltung 1 Signale oder Daten abgeleitet werden, welche den Geschwindigkeitsverlauf v_1 bis v_4 der einzelnen Fahrzeugräder darstellen. In einer Auswerteschaltung 2 wird vor allem die erste und zweite zeitliche Ableitung \dot{v}_1 bis \dot{v}_4 und \ddot{v}_1 bis \ddot{v}_4 gebildet, und es wird der Schlupf λ_1 bis λ_4 der einzelnen Räder errechnet.

Als Bezugsgröße für diese Schlupfberechnung wird eine näherungsweise der Fahrzeuggeschwindigkeit entsprechende Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit v_{REF} benötigt, die in einem Schaltkreis 3 durch logische Verknüpfung der einzelnen Rad-Geschwindigkeitssignale v_1 bis v_4 ermittelt wird.

In einem symbolisch als ABS-Logik dargestellten Schaltkreis 4 werden durch Datenverarbeitung auf Basis komplizierter Algorithmen und durch Auswertung aller zur Verfügung stehenden Informationen aus den radindividuellen Meßwerten und den abgeleiteten Werten Bremsdrucksteuersignale gewonnen, die über eine Ventilsteuerung 5 einem Schaltblock 6 zugeführt werden, der Bremsdruckaktuatoren, zum Beispiel elektromagnetisch steuerbare Hydraulikventile, enthält; es ist beispielsweise bekannt, jedem geregelten Fahrzeugrad ein elektrisch oder elektromagnetisch steuerbares Einlaß- und Auslaßventil zur Bremsdrucksteuerung und -modulation zuzuordnen.

Zweckmäßigerweise werden ABS-Schaltungssysteme der in Fig. 1 dargestellten Art mit Hilfe eines oder mehrerer Mikrocomputer, Mikrocontroller oder dergleichen verwirklicht.

Die Zusatzkomponenten zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden in Fig. 1 durch eine zusätzliche Schaltung 7 symbolisiert, die natürlich bei einem Datenverarbeitungssystem durch entsprechende Programmschritte verwirklicht wird. In dieser Schaltung 7 werden die zeitlichen Ableitungen \dot{v}_1 bis \dot{v}_4 , speziell die Wiederbeschleunigungssignale, der einzelnen Fahrzeugräder analysiert. Der Index "i" in Fig. 1 zeigt an, daß für jedes Rad i ($i = 1 \dots 4$) die zeitliche Ableitung bzw. die Radbeschleunigung \dot{v}_i gebildet und ausgewertet wird.

Wie im folgenden beschrieben, wird mit Hilfe der Schaltung 7 aus der Höhe der Beschleunigung bzw. Wiederbeschleunigung eines Rades nach einer vorangegangenen Instabilität auf das Vorhandensein von Störungen, insbesondere Straßenunebenheiten, geschlossen. Um die Auswirkungen solcher Straßenunebenheiten auf die Regelung zu unterdrücken, werden, wie dies anhand der in Fig. 2 dargestellten Diagramme geschildert ist, die Eintrittsschwellen der Blockierschutzregelung variiert.

Ein weiterer, gestrichelt dargestellter Schaltkreis 8 deutet an, daß noch weitere, durch Hardware oder Software realisierte Maßnahmen zur Verbesserung der Regelung — zum Beispiel beim Auftreten von sog. Sprunghügeln, Fahrbahnvertiefungen oder Wellenstrecken — in bekannter oder bereits in älteren Anmeldungen beschriebener Art und Weise — eingesetzt werden können.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist grundsätzlich für Regelungssysteme mit variablen Regelungseintrittsschwellen, insbesondere variablen Schlupfschwellen, geeignet. Auf ein Beispiel für ein solches System bezieht sich Fig. 2.

Fig. 2A—C dient zur Veranschaulichung der Wirkungsweise des erfindungsgemäßen Verfahrens. In dem oberen Diagramm "A" ist der Geschwindigkeitsverlauf v_R eines Fahrzeugrades während eines Regelungsvorgangs, bei dem sich an jede Instabilitätsphase eine relativ hohe Wiederbeschleunigung des Rades anschließt, wiedergegeben. Dieser Radgeschwindigkeitsverlauf könnte durch Straßenunebenheiten hervorgerufen sein. Erfindungsgemäß wird die Wiederbeschleunigung des Rades analysiert. Im ersten Fall, etwa zum Zeitpunkt t_1 , wird eine recht hohe Wiederbeschleunigung $\dot{v}_R = a_1$ ermittelt, die über einen vorgegebenen, relativ niedrigen Beschleunigungsgrenzwert a_{g1} hinausgeht. Zum Zeitpunkt t_1 wird daher eine für den Regelungseintritt maßgebliche Schlupfschwelle um einen bestimmten Betrag, der als Schlupfschwellen-Offset bezeichnet ist, d. h. auf die 1. Stufe gemäß Fig. 2C angehoben. Diese Anhebung gilt, wenn keine anderen Ereignisse auftreten, für eine vorgegebene Zeitspanne T, was durch den in Fig. 2B dargestellten Zählerinhalt Z, der nach dem Start zum Zeitpunkt t_1 linear innerhalb der Zeitspanne T zurückgesetzt wird, symbolisiert ist. Der Beschleunigungswert zum Zeitpunkt t_1 ist in Fig. 2A durch eine Tangente an die Radgeschwindigkeitskurve v_R dargestellt.

Nach der erneuten Instabilität und Wiederbeschleunigung des Rades, dessen Geschwindigkeit v_R wiedergegeben ist, wird zum Zeitpunkt t_2 — noch vor Ablauf der vorgegebenen Zeitspanne T eine Wiederbeschleunigung $\dot{v}_R = a_2$ festgestellt, die höher ist als die Wiederbeschleunigung zum Zeitpunkt t_1 und die einen zweiten, höheren Beschleunigungsgrenzwert a_{g2} überschreitet. Dies hat eine Anhebung der für dieses Rad maßgeblichen Schlupfschwelle um einen noch höheren Betrag, nämlich eine Anhebung auf die 2. Stufe gemäß Fig. 2C, zur Folge. Außerdem wird zum Zeitpunkt t_2 der Zähler Z (Fig. 2B) auf den Startwert Z_0 hochgesetzt, so daß der Zähler, der die Zeitspanne T definiert, erneut gestartet wird.

Nach erneuter Radverzögerung und Wiederbeschleunigung des betrachteten Fahrzeugrades R wird zum Zeitpunkt t_3 eine Radbeschleunigung $\dot{v}_R = a_3$ ermittelt, die kleiner ist als die Beschleunigung zum Zeitpunkt t_2 , die jedoch noch über einem vorgegebenen Rücksetz-Grenzwert bzw. über einer Rücksetzschwelle a_{RS} liegt. Folglich wird die Anhebung der Schlupfschwelle auf die 2. Stufe (siehe Fig. 2C) beibehalten und der Zähler (Fig. 2B) erneut gestartet.

Zum Zeitpunkt t_4 wird schließlich die Rücksetzschwelle a_{RS} unterschritten, worauf nun nach Beendigung der vorgegebenen Zeitspanne T, bezogen auf den Startpunkt t_3 , die Schlupfschwellenanhebung zum Zeitpunkt t_3 beendet wird und damit die ursprüngliche Empfindlichkeit bzw. die ursprüngliche Schlupfschwelle des Regelungssystems wieder bestimmend wird.

Für die Rücksetzschwelle a_{RS} sind, wie allerdings aus dem in Fig. 2A—C dargestellten Beispiel nicht zu entnehmen ist, zwei unterschiedliche Werte maßgebend. Ein oberer Schwellwert a_{RS2} bestimmt die Rücknahme der Schlupfschwellenanhebung, wenn zuvor die 2. Stufe der Schlupfschwellenanhebung (siehe Fig. 2C) erreicht war. Eine zweite, niedrigere Rücksetzschwelle a_{RS1} , die unter dem niedrigeren Beschleunigungsgrenzwert a_{g1} liegt, wird wirksam, wenn zuvor die Schlupfschwelle auf

die 1. Stufe angehoben war und anschließend die Wiederbeschleunigung diese Schlupfschwelle nicht mehr erreicht.

In einem speziellen Ausführungsbeispiel wurden für die Beschleunigungsgrenzwerte, für die Rücksetzschwellen und für die vorgegebene Zeitspanne T folgende Werte festgesetzt:

$a_{g1} \sim 7 \text{ g}$	(6,5...7,7 g)
$a_{g2} \sim 9 \text{ g}$	(8,5...9,5 g)
$a_{RS1} \sim 4 \text{ g}$	(3,5...4,5 g)
$a_{RS2} \sim 6 \text{ g}$	(5,5...6,5 g)
$T \sim 110 \text{ ms}$	(5,0...200 ms)

Mit "g" ist die Erdbeschleunigungskonstante ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$) bezeichnet.

Natürlich ist es auch möglich, die Schlupf schwelle in Abhängigkeit von der Wiederbeschleunigung des jeweiligen Fahrzeugrades in mehr als zwei Stufen zu erhöhen. Andererseits dürfte es in vielen Fällen auch genügen, eine einzige Stufe für die Schwellenanhebung vorzusehen.

Außerdem kann es durchaus zweckmäßig sein, für die angetriebenen Räder und für die nicht angetriebenen Räder unterschiedliche Schwellen-Offset bzw. Schwellen-Anhebungsstufen vorzusehen. Hierdurch läßt sich vermeiden, daß eine Schwingung des Antriebsstrangs zu einer unerwünschten Schwellenanhebung und damit zu einer relativ unempfindlichen Regelung führt. Die speziellen Anhebungswerte sind abhängig von der jeweiligen Fahrzeugkonstruktion.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Verbesserung des Regelverhaltens einer blockiergeschützten und/oder antriebs-schlupf geregelten Bremsanlage, bei dem das Drehverhalten der einzelnen Fahrzeugräder gemessen und zur Ermittlung einer Fahrzeug-Referenzgeschwindigkeit, des Radschlupfes, der Radverzögerung und -beschleunigung sowie ggf. weiterer Regelgrößen ausgewertet wird und bei dem Schwellenwerte des Radschlupfes für das Einsetzen der Regelung vorgegeben werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schlupfschwelle eines Rades in Abhängigkeit von der Radbeschleunigung (\dot{v}_R) nach einer vorangegangenen Instabilität des betreffenden Rades für eine vorgegebene Zeitspanne (T) angehoben wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Schlupfschwelle proportional zu der Beschleunigung des Rades (\dot{v}_R) angehoben wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Anhebung der Schlupfschwelle beim Überschreiten vorgegebener Grenzwerte (a_{g1}, a_{g2}) der Radbeschleunigung (\dot{v}_R) erfolgt.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Beschleunigungsgrenzwerte (a_{g1}, a_{g2}) unterschiedlicher Höhe vorgegeben werden und daß die Schlupf schwelle in Abhängigkeit von dem Überschreiten dieser Beschleunigungsgrenzwerte (a_{g1}, a_{g2}) in Stufen (Schlupfschwellen-Offset) erhöht wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Beschleunigungsgrenzwerte (a_{g1}, a_{g2}) vorgegeben werden und daß die Schlupf-

schwelle beim Überschreiten eines ersten, niedrigeren Beschleunigungsgrenzwertes (a_{g1}) um einen vorgegebenen relativ niedrigen Wert (1. Stufe) und beim Überschreiten eines zweiten, höheren Beschleunigungsgrenzwertes (a_{g2}) um einen vorgegebenen, vergleichsweise höheren Wert (2. Stufe) angehoben wird.

6. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die vorgegebene Zeitspanne (T) für die Erhöhung der Schlupfschwelle in der Größenordnung zwischen 50 und 200 ms, z. B. bei 100 ms, liegt.

7. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die als Folge des Überschreitens des vorgegebenen Beschleunigungsgrenzwertes erhöhte Schlupf schwelle rückgesetzt wird, wenn nach Ablauf der vorgegebenen Zeitspanne (T) die Beschleunigung des Rades eine vorgegebene Rücksetzschwelle (a_{RS1}, a_{RS2}) unterschreitet.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Höhe der Rücksetzschwelle (a_{RS1}, a_{RS2}) abhängig ist von der Stufe bzw. von dem Wert, auf den die Schlupfschwelle angehoben wurde.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

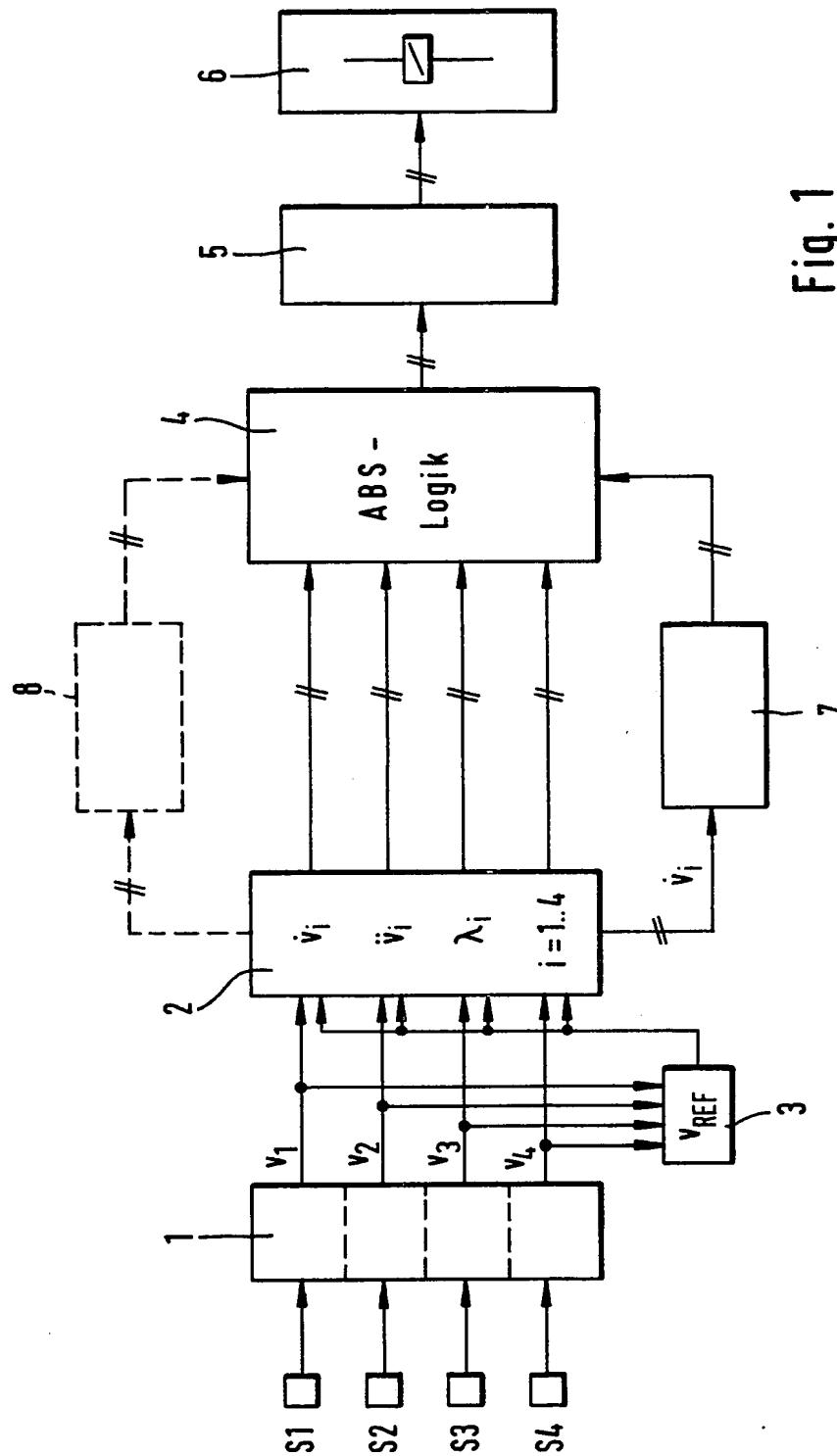


Fig. 1

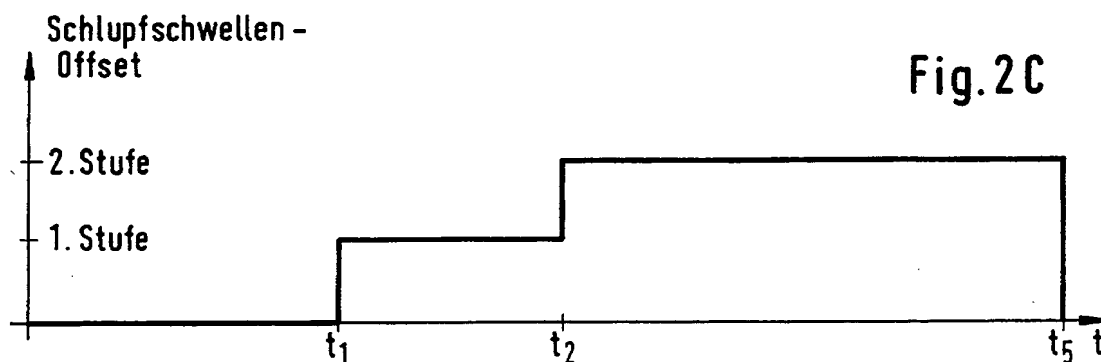
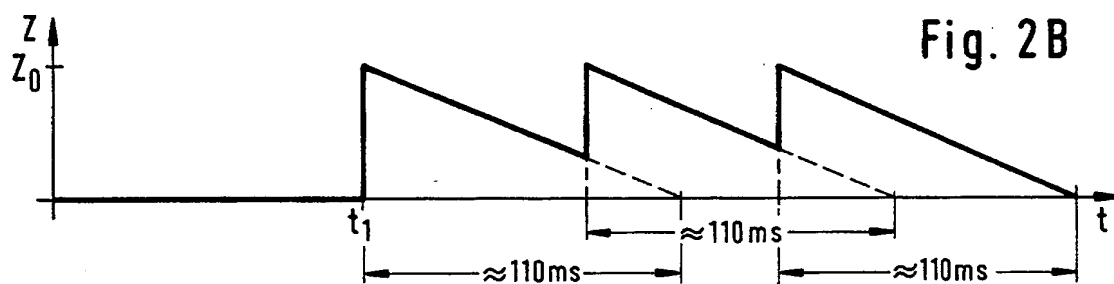
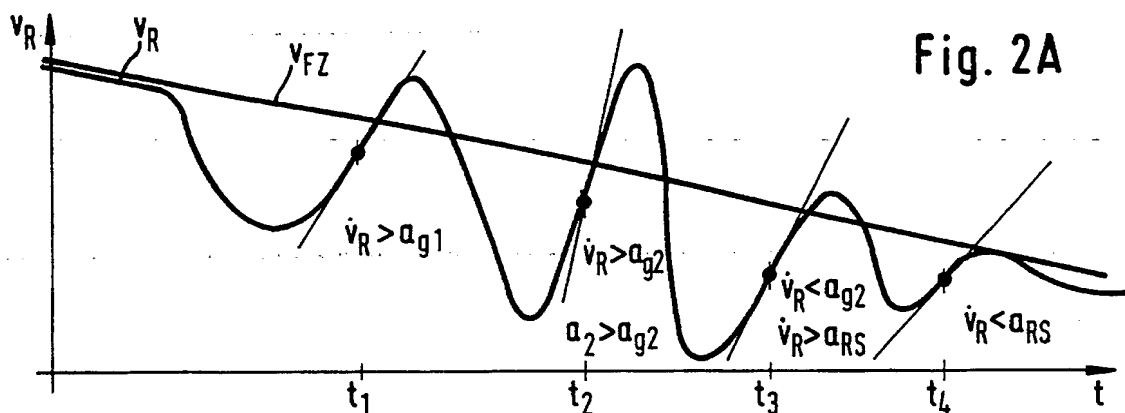


Fig. 2